
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2005/2006
Second Semester Examination
2005/2006 Academic Session

April/Mei 2006
April/Mei 2006

ESA351/3 – Instrumentasi & Peralatan Pesawat
Aircraft Equipment & Instrumentation

Masa : 3 jam
Duration : 3 hours

ARAHAN KEPADA CALON :
INSTRUCTION TO CANDIDATES

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA BELAS (12)** mukasurat bercetak dan **TUJUH (7)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

*Please ensure that this paper contains **TWELVE (12)** printed pages and **SEVEN (7)** questions before you begin examination.*

Jawab **LIMA** soalan.

*Answer **FIVE** questions only.*

Pelajar-pelajar dikehendaki menjawab soalan 1, 2, 3, 4 dalam Bahasa Malaysia dan soalan 5, 6, 7, 8 dalam Bahasa Inggeris.

Student should answer questions 1, 2, 3, 4 in Bahasa Malaysia and questions 5, 6, 7, 8 in English

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Each question must begin from a new page.

Bahagian A*Part A*

Jawab **EMPAT** dari LAPAN soalan.

Answer **FOUR** from **EIGHT** questions.

1. (a) Avionik merupakan industri yang memberi pulangan tinggi dalam industri antarabangsa. Bincangkan fakta ini dan berikan pendorong utama dalam pembangunan industri ini.

Avionics is an industry that is currently generating multi-million dollar industry world wide. Discuss this fact and provide the major drives in the development of this industry.

(8 markah/marks)

- (b) Gambarkan dan terangkan secara ringkas LIMA elemen utama dalam teras sistem avionik.

Illustrate and briefly explain FIVE important elements in a core avionic system.

(10 markah/marks)

- (c) Berikan DUA perbezaan asas antara sistem avionik dan sistem peralatan di bumi.

State TWO of the fundamental differences between avionics systems and ground based equipment.

(2 markah/marks)

2. (a) Pengukuran merupakan aktiviti penting untuk kejuruteraan dan sains. Terangkan tujuan utama sistem pengukur, proses yang terlibat dan berikan contoh alat pengukur.

Measurement is an important activity for both engineering and science. Explain the purpose of measuring system, the process involved and give an example of a measuring system.

(8 markah/marks)

- (b) Takrifkan Linear dan tak-linear. Tunjukkan model matematik yang sesuai dengan takrifan anda.

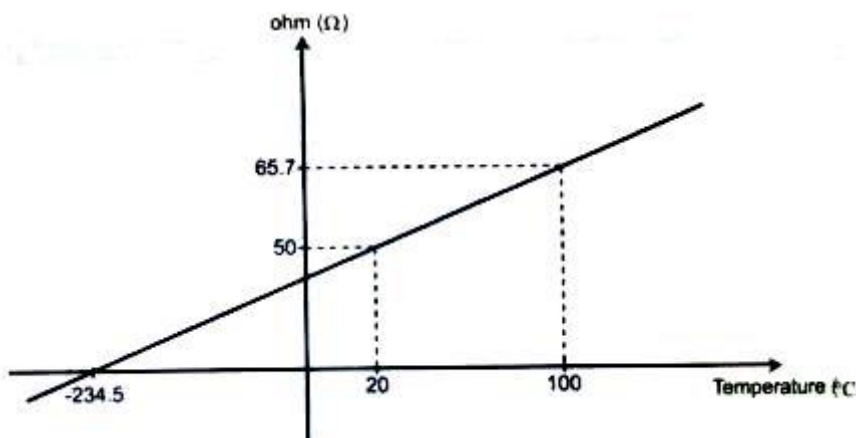
Define Linearity and Non-Linearity. Show relevant mathematical model related to your definition.

(6 markah/marks)

- (c) Cari garis lurus ideal untuk jalur kuprum nipis yang digunakan untuk mengesan suhu. Nilai perintang bagi 20°C ialah 50Ω dan 100°C ialah 65.7Ω . Secara ringkas, terangkan mengenai suhu mutlak dengan menggunakan graf yang ditunjukkan dalam Gambarajah 2.0.

Find an ideal straight line characteristic for a thin film copper which is used as a temperature detector. Given that at 20°C the resistance is 50Ω and at 100°C the resistance is 65.7Ω . Briefly explain the absolute temperature on given graph of Figure 2.0.

(6 markah/marks)



Gambarajah 2.0

Figure 2.0

3. (a) AM memerlukan alunan modulat dan pembawa gelombang tak-modulat. Gambarkan hasil kelurang untuk gelombang masukan sinus bertempoh T1.

AM requires modulating tone and unmodulated carrier waveform. Illustrate the resultant output for a single sine input with period of T1.

(3 markah/marks)

- (b) Dengan menggunakan Gelombang AM pada Gambarajah 3.0, hitung peraturan modulan.

An AM waveform is shown in Figure 3.0, calculate the percentage of modulation.

(4 markah/marks)

- (c) Gelombang AM mempunyai parameter tersebut:
 $V_c=45V$ $V_m=30V$ $f_c=1000kHz$ $f_m=2kHz$

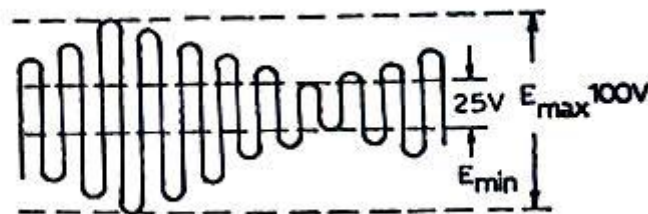
- Kira nilai jalur yang diperlukan.
- Apakah indek modulat gelombang tersebut
- Lukiskan spectrogram gelombang AM tersebut

A certain AM signal has the following parameters

$V_c=45V$ $V_m=30V$ $f_c=1000kHz$ $f_m=2kHz$

- Find the bandwidth required by the signal*
- What is the modulation index of the signal?*
- Draw the spectrogram of the AM signal*

(13 markah/marks)



Gambarajah 3.0
 Figure 3.0

4. (a) Senaraikan TIGA jenis radar yang digunakan dalam pesawat awam.

List out THREE types of radars used in civilian aviation.

(3 markah/marks)

- (b) Perolehkan persamaan radar.

Derive the radar range equation.

(8 markah/marks)

- (c) Bincangkan Clutter dan sumber-sumbernya, dengan mengambil kira kepentingannya kepada gelombang gema. Sertakan satu contoh yang sesuai.

Discuss about Clutter and its sources. Include its significance to the echoed signal by giving an example.

(6 markah/marks)

- (d) Gambarkan operasi ILS.

Illustrate the ILS operation.

(3 markah/marks)

Bahagian B
Part B

5. Sebuah sistem pitot-statik yang dipermudahkan bagi sebuah pesawat penumpang ditunjukkan dalam Gambarajah 1. Sistem ini mengandungi beberapa sub-sistem, seperti prob/penderia pengiraan, panel instrumentasi penerbangan, sistem perpaipan dan komputer data udara (ADC). Untuk memahami kaedah sistem ini berfungsi, sila jawab soalan-soalan berikut:

A simplified pitot-static system used on a passenger aircraft is showed in Figure 1. This system consists of several subsystems, such as measuring probe/sensor, flight instrument panel, pipe system and air data computer (ADC). To understand the work mechanism of the system, please answer following questions:

- (a) Apakah parameter yang diukur oleh liang statik dan tiub pitot?

What flight parameters are measured by the static port and the pitot tube?

(15 markah/marks)

- (b) Terangkan bagaimana halaju pesawat boleh dihitug dari kedua-dua parameter penerbangan yang telah diukur oleh prob di atas?

Explain, how can the airspeed of aircraft be determined from above flight parameters that have been sensed by probes above?

(15 markah/marks)

- (c) Di manakah kedudukan kedua-dua probe ini di pesawat terbang dan kenapa ia di temp atkan di sana?

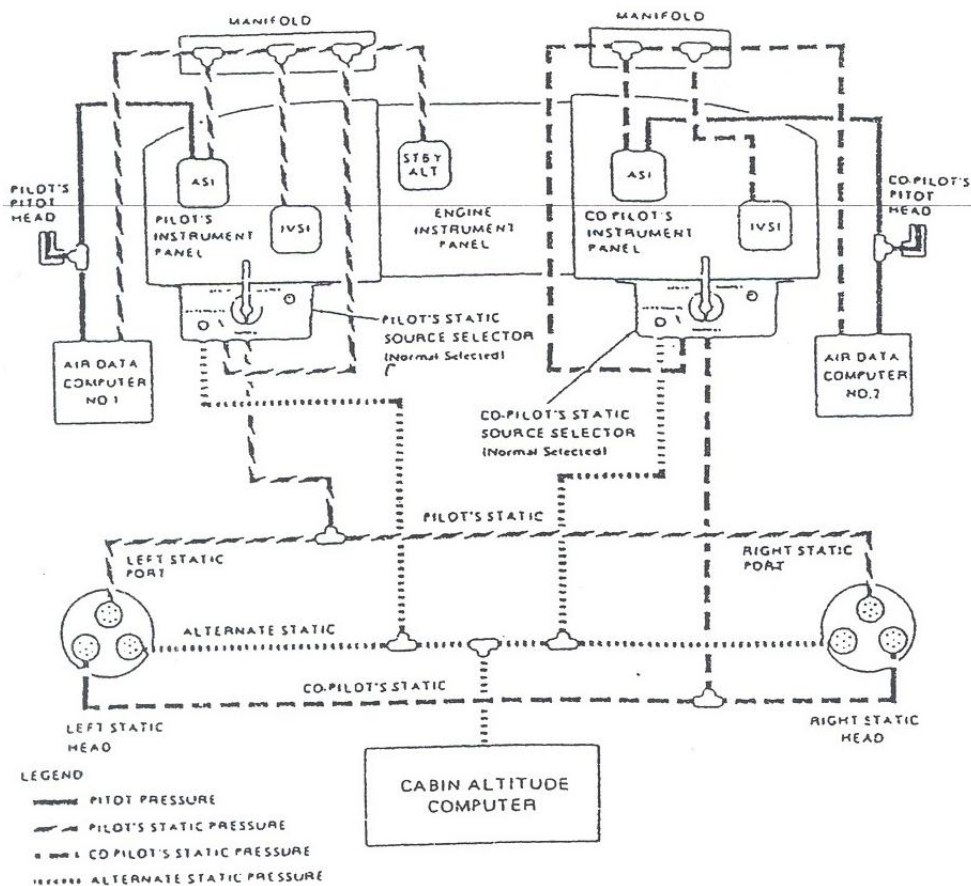
Where must both probes be located on the aircraft and why are they located there?

(30 markah/marks)

- (d) Terdapat tiga penunjuk penerbangan pada panel instrumentasi seperti yang ditunjukkan dalam **Gambarajah 1**: iaitu penunjuk halaju ASI (airspeed indicator), petunjuk halaju menegak VSI (vertical speed indicator) dan penunjuk ketinggian ALT (altimeter). Sila jelaskan secara terperinci prinsip/mekanisma ketiga-tiga petunjuk penerbangan ASI, VSI dan ALT ini berfungsi sehingga ianya boleh menunjukkan parameter penerbangan halaju V A, ketinggian Hp dan halaju menegak Hdot walaupun parameter yang diukur oleh sistem pitot adalah tekanan udara statik dan tekanan udara keseluruhan.

There are 3 flight indicators on the instrument panel as shown in Figure 1: airspeed indicator ASI, vertical speed indicator VSI and altimeter ALT. Please describe in detail the principle/the work mechanism of these flight indicators so that they can display the flight parameter airspeed V A, the altitude Hp, and the vertical speed although the pitot system measures the static and total air pressure.

(40 markah/marks)



Gambarajah 1
Figure 1

6. (a) Petunjuk halaju udara pesawat terbang ASI memberi halaju udara $V_A = 125$ knot dan petunjuk ketinggian (ALT) menunjukkan ketinggian $H_p = 10000$ kaki kepada juruterbang. Dan data tekanan udara yang diukur oleh liang statik dan tiub pitot, komputer data udara boleh menentukan parameter penerbangan berikut : halaju udara tertunjuk, V_{ias} , halaju udara diperbetul V_{cas} , halaju udara yang disamakan, V_{eas} , halaju udara sebenar, V_{tas} , dan nombor Mach, Ma yang diperlukan oleh subsistem kapal terbang seperti sistem komputer kawalan penerbangan, AFS, sistem pengurusan penerbangan, FMS dan sebagainya. Dengan menggunakan gambarajah yang dilampirkan (lihat Gambarajah 2, 3 dan 4) kirakan parameter penerbangan di atas (V_{ias} , V_{cas} , V_{eas} , V_{tas} , Ma) untuk $V_A = 125$ knot dan $H_p = 10000$ kaki.

The airspeed indicator ASI displays to the pilot the airspeed $V_A = 125$ knot and the altimeter (ALT) the altitude $H_p = 10000$ feet. From the air pressures measured by the static port and pitot tube, the air data computer can determine indicated airspeed V_{ias} , calibrated airspeed V_{cas} , equivalent airspeed V_{eas} , true airspeed V_{tas} , and Mach number Ma . These parameters are needed by flight control computer FCS, flight management system FMS, etc. Using Figure 2, 3, and 4, please calculate the flight parameters V_{ias} , V_{cas} , V_{eas} , V_{tas} , and Ma for $V_A = 125$ knot and $H_p = 10000$ feet.

(50 markah/marks)

**INDICATED
AIRSPEED V_{IAS}**

| | |
|-----|-------|
| 70 | |
| 80 | |
| 90 | |
| 100 | |
| 110 | |
| 120 | |
| 130 | |
| 135 | |

**CALIBRATE
AIRSPEED V_{CAS}**

| |
|-------|
| 71.5 |
| 81.5 |
| 91.0 |
| 100.5 |
| 110.5 |
| 120.0 |
| 129.5 |
| 134.5 |

Gambarajah 2
Figure 2

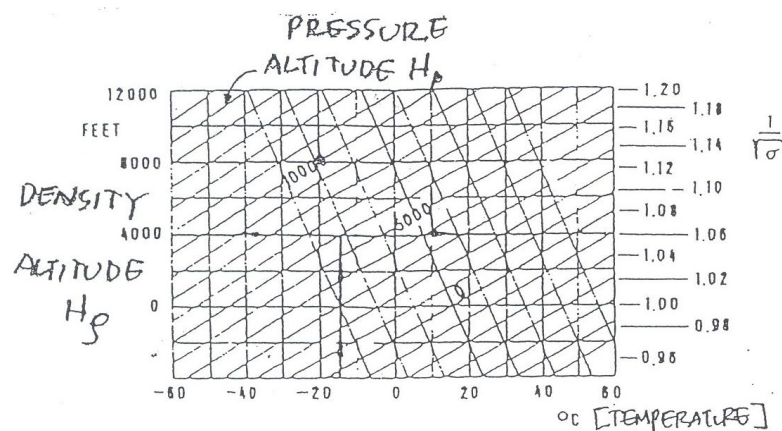


FIG. 3 : $\frac{1}{\sqrt{\sigma}}$ - DETERMINATION

Gambarajah 3
Figure 3

| Altitude | Temperature | | Pressure | Density | Speed of Sound | Medi. Viscosity | Comparison of | | Altitude |
|----------|-------------|--------|-------------------------|-----------------------------|----------------|--------------------------------------|------------------|-----------------------|----------|
| H [km] | t [°C] | T [K] | P [N/m ²] | ρ [kg/m ³] | a [m/s] | $\nu \cdot 10^5$ [m ² /s] | Pressure p/p_0 | Density ρ/ρ_0 | H [km] |
| 0 | 15,00 | 288,15 | 101 325,00 | 1,22500 | 340,294 | 1,46072 | 1,000000 | 1,000000 | 0 |
| 0,5 | 11,75 | 284,90 | 95 460,83 | 1,16727 | 338,369 | 1,51949 | 0,942125 | 0,952872 | 0,5 |
| 1,0 | 8,50 | 281,65 | 89 874,55 | 1,11164 | 336,434 | 1,58130 | 0,886993 | 0,907463 | 1,0 |
| 1,5 | 5,25 | 278,40 | 84 555,98 | 1,05807 | 334,487 | 1,64635 | 0,834503 | 0,863728 | 1,5 |
| 2,0 | 2,00 | 275,15 | 79 495,18 | 1,00649 | 332,529 | 1,71483 | 0,784556 | 0,821624 | 2,0 |
| 2,5 | -1,25 | 271,90 | 74 682,49 | 0,956858 | 330,559 | 1,78698 | 0,737059 | 0,781109 | 2,5 |
| 3,0 | -4,50 | 268,65 | 70 108,50 | 0,909121 | 328,578 | 1,86303 | 0,691917 | 0,742140 | 3,0 |
| 3,5 | -7,75 | 265,40 | 65 764,03 | 0,863228 | 326,584 | 1,94324 | 0,649041 | 0,704676 | 3,5 |
| 4,0 | -11,00 | 262,15 | 61 640,18 | 0,819129 | 324,579 | 2,02790 | 0,608341 | 0,668677 | 4,0 |
| 4,5 | -14,25 | 258,90 | 57 728,27 | 0,776774 | 322,560 | 2,11730 | 0,569734 | 0,634101 | 4,5 |
| 5,0 | -17,50 | 255,65 | 54 019,85 | 0,736115 | 320,529 | 2,21177 | 0,533134 | 0,600910 | 5,0 |
| 5,5 | -20,75 | 252,40 | 50 506,74 | 0,697105 | 318,485 | 2,31167 | 0,498463 | 0,569065 | 5,5 |
| 6,0 | -24,00 | 249,15 | 47 180,96 | 0,659696 | 316,428 | 2,41738 | 0,465640 | 0,538528 | 6,0 |
| 6,5 | -27,25 | 245,90 | 44 034,78 | 0,623843 | 314,358 | 2,52932 | 0,434590 | 0,509260 | 6,5 |
| 7,0 | -30,50 | 242,65 | 41 060,68 | 0,589500 | 312,273 | 2,64794 | 0,405237 | 0,481225 | 7,0 |
| 7,5 | -33,75 | 239,40 | 38 251,36 | 0,556623 | 310,175 | 2,77372 | 0,377512 | 0,454386 | 7,5 |
| 8,0 | -37,00 | 236,15 | 35 599,75 | 0,525167 | 308,063 | 2,90721 | 0,351342 | 0,428707 | 8,0 |
| 8,5 | -40,25 | 232,90 | 33 098,98 | 0,495089 | 305,935 | 3,04890 | 0,326661 | 0,404154 | 8,5 |
| 9,0 | -43,50 | 229,65 | 30 742,39 | 0,466347 | 303,793 | 3,19967 | 0,303404 | 0,380692 | 9,0 |
| 9,5 | -46,75 | 226,40 | 28 523,55 | 0,438900 | 301,636 | 3,35997 | 0,281506 | 0,358285 | 9,5 |
| 10,0 | -50,00 | 223,15 | 26 436,20 | 0,412706 | 299,463 | 3,53063 | 0,260905 | 0,336902 | 10,0 |
| 10,5 | -53,25 | 219,90 | 24 474,31 | 0,387725 | 297,274 | 3,71247 | 0,241543 | 0,316510 | 10,5 |
| 11,0 | -56,50 | 216,65 | 22 632,04 | 0,363918 | 295,069 | 3,90641 | 0,223361 | 0,297076 | 11,0 |
| 11,5 | -59,75 | 213,40 | 20 916,17 | 0,339327 | 292,849 | 4,11288 | 0,206427 | 0,274552 | 11,5 |
| 12,0 | -63,00 | 210,15 | 19 330,38 | 0,314828 | 290,609 | 4,33264 | 0,190776 | 0,253737 | 12,0 |
| 12,5 | -66,25 | 206,90 | 17 864,83 | 0,289322 | 288,349 | 4,56684 | 0,176312 | 0,234500 | 12,5 |
| 13,0 | -69,50 | 203,65 | 16 510,38 | 0,263843 | 286,069 | 4,81582 | 0,162945 | 0,216721 | 13,0 |
| 13,5 | -72,75 | 200,40 | 15 258,63 | 0,238355 | 283,769 | 5,08011 | 0,150591 | 0,200290 | 13,5 |
| 14,0 | -76,00 | 197,15 | 14 101,78 | 0,212823 | 281,459 | 5,35997 | 0,139174 | 0,185105 | 14,0 |
| 14,5 | -79,25 | 193,90 | 13 032,84 | 0,187298 | 279,139 | 5,65582 | 0,128622 | 0,171071 | 14,5 |
| 15,0 | -82,50 | 190,65 | 12 044,55 | 0,161723 | 276,809 | 5,96826 | 0,118870 | 0,159101 | 15,0 |

FIG 4 : ASI - TABLE

Gambarajah 4
Figure 4

- (b) Sila sebutkan beberapa acuan untuk halaju pesawat beroperasi secara aman.

Please mention important reference speeds for aircraft operation safely.

(25 markah/marks)

- (c) Sila terangkan dua sifat penting dari gyroskop dan terangkan maksudnya/maknanya.

Please mention and explain the two important gyroscope's characteristics.

(25 markah/marks)

7. Seorang juruterbang menerbangkan sebuah pesawat terbang berkipas dua enjin dari Langkawi ke Medan melalui Pulau Pinang dengan halaju $V = 250$ knot (tanpa angin) pada ketinggian $h = 5000$ kaki, di mana jarak dari Langkawi ke Pulau Pinang ialah 75 nm dan dari Pulau Pinang ke Medan ialah 143 nm. Jadual penerbangan adalah LANGKAWI VPL - Pulau Pinang VPG - Medan MDN, lihat Gambarajah 5. Sebelum penerbangan dimulakan, sebuah log penerbangan yang menyatakan waypoint-waypoint (station-station VOR berserta frekuensinya) halaju, ketinggian, jarak di antara dua way point yang berbeda, masa, perlu dipenuhi kerana ianya memberi maklumat rangka/laluan penerbangan serta bagaimana laluan penerbangan tersebut mesti dilalui.

A pilot is flying a twin engine propeller aircraft from Langkawi to Medan via Penang with the true airspeed $V=250$ knot (without wind) at the altitude $h = 5000$ feet, where the distance from Langkawi to Pinang is 75 nm and from Pinang to Medan is 143nm . The flight route is Langkawi VPL - Pinang VPG - Medan MDN, see Figure 5. Before the flight, a navigation log describing the waypoints (VOR-stations) speed, altitude, distance between way points, time, must be filled in because it provides the pilot the information on the flight route and how this route must be flown.

- (a) Isikan log kemudi (lihat Gambarajah 6) dan apakah jenis carta yang digunakan oleh juruterbang untuk melakukan penerbangan di atas.

Please fill in the navigation log (see Figure 6) and what kind of chart is used by pilot for flying from Langkawi to Medan.

(40 markah/marks)

- (b) Berapakah masa yang diperlukan untuk penerbangan dari Langkawi ke Medan?

How much time is required for flying from Langkawi to Medan?

(20 markah/marks)

- (c) Sila sebutkan dan terangkan 3 macam navigasi jarak pendek.

Please mention and explain 3 kinds of short-range navigation.

(20 markah/marks)

- (d) Jenis navigasi jarak pendek apa yang digunakan pada soalan 6a dan 6b?

What kind of short-range navigation used in problem 6a and 6b.

(25 markah/marks)

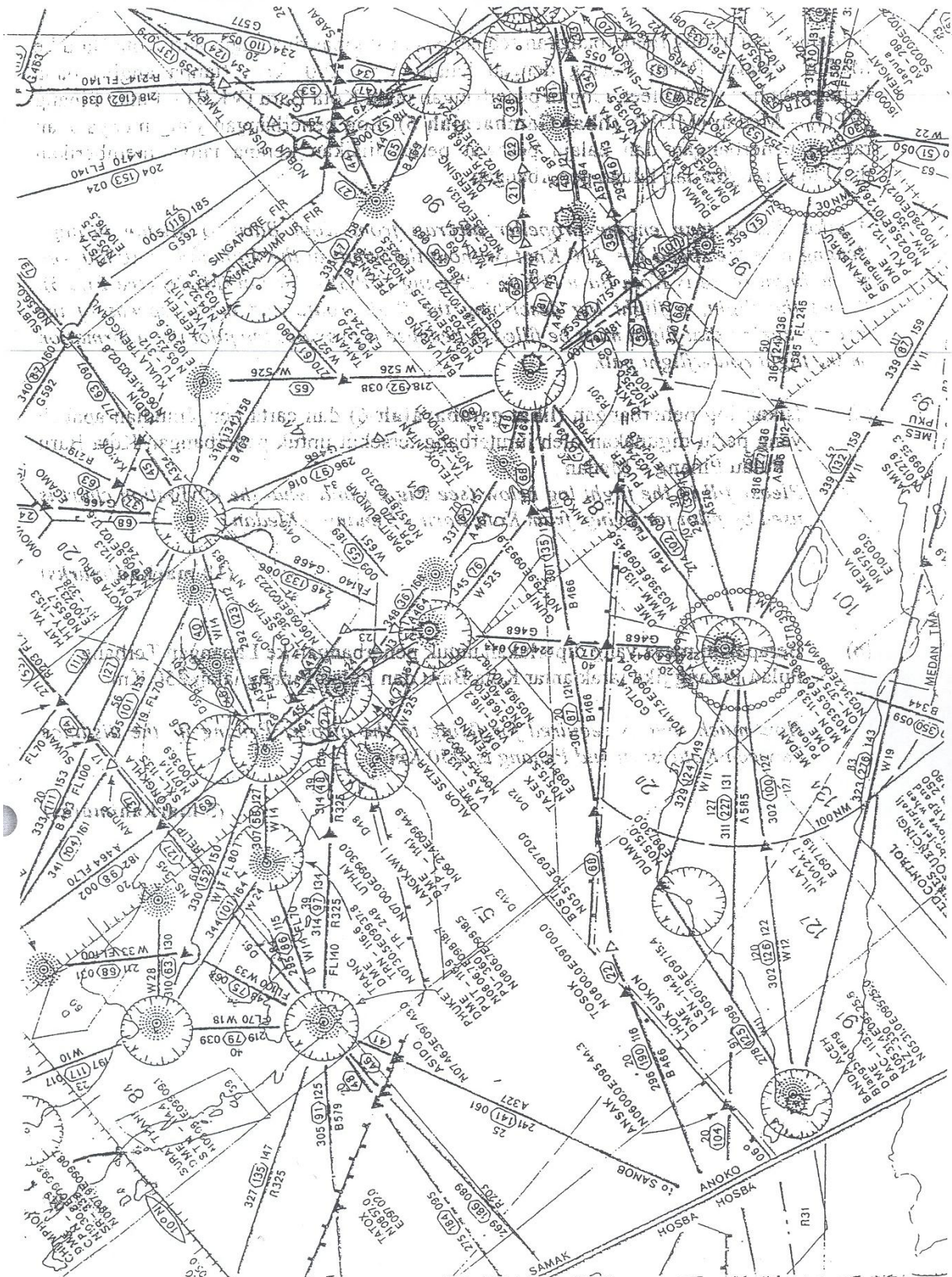


Fig. 5 : Navigation chart.

Gambarajah 6
Figure 6

Gambarajah 6
Figure 6

- 0000000 -